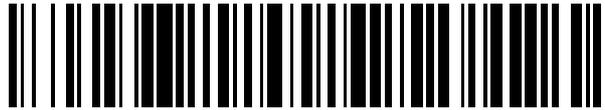


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 483 244**

51 Int. Cl.:

**D02J 1/18**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.04.2011** **E 11720641 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.05.2014** **EP 2569469**

54 Título: **Aparato y procedimientos de extensión de haces de fibras para la producción continua de material preimpregnado**

30 Prioridad:

**11.05.2010 US 333461 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**06.08.2014**

73 Titular/es:

**CYTEC TECHNOLOGY CORP. (100.0%)  
300 Delaware Avenue  
Wilmington, DE 19801, US**

72 Inventor/es:

**JUNKER, SHAWN, WALDEN;  
POH, SHAUN, MICHAEL;  
YEE, PING;  
ROGERS, SCOTT, ALFRED y  
VANHORNE, THOMAS, A.**

74 Agente/Representante:

**IZQUIERDO FACES, José**

**ES 2 483 244 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Aparato y procedimientos de extensión de haces de fibras para la producción continua de material preimpregnado

## 5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

## 1. Campo de la invención

10 La invención se refiere a extender uniformemente haces de fibras de múltiples filamentos continuos y disponerlos unidireccionalmente en paralelo para la producción continua de materiales preimpregnados que tienen huecos reducidos y distribución de fibra-resina mejorada. Más específicamente, la invención se refiere a aparatos como se describen en las reivindicaciones usando control de tensión mediante el aparato y mayores velocidades diferenciales entre la periferia superficial de rodillos accionados y la velocidad de la línea (o velocidad de movimiento) del haz de fibras, y procedimientos para usar los mismos para lograr material preimpregnado usado para fabricar artículos de 15 plásticos de fibra reforzada que tiene un espesor uniforme y apariencia de pocos defectos.

## 2. Descripción de la técnica relacionada

20 Los materiales preimpregnados, en los que fibras de refuerzo están impregnadas con una resina de matriz, son muy conocidos en la técnica y se usan ampliamente en diversos campos industriales/de alto rendimiento tales como para materiales para aviones y automovilísticos, materiales médicos y materiales moldeados para deportes y ocio (por ejemplo, cañas de pescar, palos de golf, raquetas de bádminton, raquetas de tenis, etc.).

25 La producción de materiales preimpregnados más uniformes con menos irregularidad del espesor es preferible y crítica para la calidad del producto global. Con el fin de lograr esto es necesario abrir (es decir, extender) el haz de fibras de refuerzo antes de impregnarlo con una resina de matriz cuando se forma un material preimpregnado, para reducir el espesor del haz de fibras de refuerzo y para permitir que la resina de matriz llene suficientemente los huecos entre las fibras individuales del haz de fibras de refuerzo.

30 Por consiguiente, la técnica para abrir o extender eficazmente y apropiadamente los haces de fibras de refuerzo en bruto es crítica para producir un material preimpregnado que tiene espesor uniforme, huecos reducidos entre fibras y distribución de fibra-resina apropiada. En la técnica se conocen diversos aparatos y procedimientos para extender haces de fibras y/o preparar materiales preimpregnados e incluyen, por ejemplo, aquellos descritos en las patentes de EE.UU. n° 4.495.017; 5.042.122; 5.182.839; y 6.743.392.

35 Adicionalmente, generalmente se sabe que la tensión es el motor principal para extender haces de fibras que contienen múltiples filamentos. Así, mayor tensión normalmente crea una extensión más ancha de las fibras en el haz. Sin embargo, una tensión demasiado alta dificulta la impregnación debido a la reducida permeabilidad de la fibra en relación con la resina, atadura de las fibras y daño de las fibras (produciendo así pelusa) o rompiendo la 40 fibra. La elevada tensión también aumenta las fuerzas y pares de torsión a lo largo de todo el aparato que conduce a elevados costes de procedimiento.

45 Por consiguiente, el aparato y procedimientos para extender haces de fibras multicapa adyacentes que tienen múltiples filamentos para la producción continua de material preimpregnado requiere mejora adicional. El aparato y procedimientos que extienden uniformemente haces de fibras de múltiples filamentos continuos y disponen unidireccionalmente las fibras extendidas en paralelo para la producción continua de materiales preimpregnados que tienen huecos reducidos y distribución de fibra-resina mejorada sería un avance útil en la materia y podría encontrar una rápida aceptación en la industria.

## 50 RESUMEN DE LA INVENCION

55 Se ha descubierto ahora que los haces de fibras de múltiples filamentos continuos pueden extenderse uniformemente a menores tensiones aumentando así la permeabilidad a resinas, disminuyendo los huecos de ataduras y disminuyendo la pelusa debido al daño proporcionando así un producto de material preimpregnado superior y por último lugar un artículo superior de fabricación hecho a partir de los mismos. Tales mejoras se consiguen por el uso estratégico de control de tensión mediante el aparato de extensión. Este avance lleva muy alta la tensión de los haces de fibras y luego la deja caer de forma que usando tensiones moderadas mediante el aparato entero la extensión de fibra aumenta sin el uso de tensiones extremadamente altas que de otro modo se crearían necesarias para lograr tales objetivos. Adicionalmente, también se ha mostrado que el uso de mayores velocidades diferenciales entre las barras de rodillo accionadas y el haz de fibras móvil mejora la mecánica de extensión de 60 fibras.

65 Por consiguiente, en un aspecto la invención proporciona un aparato como se describe en las reivindicaciones para producir un haz de fibras extendido que tiene un módulo de control de tensión que incluye una unidad de formación de tensión configurada como una serie de barras estáticas y una unidad de reducción de tensión configurada como una serie de rodillos accionados, en el que las barras estáticas y los rodillos accionados están configurados

perpendiculares a la dirección de un haz de fibras móvil que hace contacto envolvente directo con la superficie de la serie de barras estáticas y rodillos accionados, y en el que la velocidad de la superficie periférica de los rodillos accionados opera al menos tres veces a la velocidad de la línea del haz de fibras móvil.

5 En otro aspecto, la invención proporciona procedimientos como se describen en las reivindicaciones para producir un haz de fibras extendido usando un aparato como se describe en el presente documento moviendo un haz de fibras en contacto envolvente directo con la superficie de una serie de barras estáticas y/o rodillos accionados, y controlando la tensión de la fibra mediante el aparato operando los rodillos accionados a una mayor velocidad diferencial en relación con la velocidad del haz de fibras móvil, extendiéndose así el haz de fibras.

10 En el presente documento también se describe en detalle la producción de material preimpregnado. Por consiguiente, en otro aspecto se describen procedimientos para la producción continua de material preimpregnado enrollado unidireccionalmente dispuesto y que tiene distribución uniforme entre fibras integrando un aparato como se describe en el presente documento como parte de una máquina de procesamiento de material compuesto, moviendo una pluralidad de haces de fibras adyacentes en contacto envolvente directo con la superficie de una serie de barras estáticas y/o rodillos accionados, extendiendo la pluralidad de haces de fibras adyacentes operando los rodillos accionados a una mayor velocidad diferencial en relación con la velocidad del haz de fibras móvil e impregnando los haces de fibras extendidos con una cantidad predeterminada de resina.

20 En otros aspectos, la producción de un material preimpregnado impregnando una cantidad predeterminada de resina en un haz de fibras extendido se produjo según los procedimientos descritos en detalle en el presente documento.

25 En otro aspecto, los materiales preimpregnados se produjeron según los procedimientos descritos en detalle en el presente documento, además de artículos de fabricación hechos a partir de los materiales preimpregnados preparados según aquellos procedimientos.

30 En otro aspecto, un sistema de procesamiento de materiales compuestos que tiene dos o más dispositivos de extensión de fibras se describe en el presente documento en detalle, en el que cada dispositivo de extensión está situado en una trayectoria diferente y recibe un conjunto diferente de una pluralidad de haces de fibras adyacentes.

Estos y otros objetivos, características y ventajas de la presente invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de los diversos aspectos de la invención tomados conjuntamente con las figuras adjuntas y ejemplos.

### 35 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

40 La **FIG. 1** proporciona una vista en perfil de un aparato según una realización, en la que se observa un único haz de fibras que tiene múltiples filamentos haciendo contacto envolvente directo con la superficie de una serie de barras estáticas y rodillos accionados para proporcionar una fibra extendida óptimamente tensionada y uniformemente distribuida.

La **FIG. 2** es una vista en perspectiva de un aparato según otra realización de la invención que proporciona una unidad de mediación de tensión como parte del aparato.

45 La **FIG. 3** es una vista en perspectiva de otra realización del aparato como componente de una máquina de procesamiento de material compuesto. Tal equipo puede usarse en realizar los procedimientos para la producción continua de material preimpregnado enrollado. En la realización particular representada, dos dispositivos de extensión de fibras según la invención se localizan en trayectorias separadas y están disponibles para recibir cada uno un conjunto de haces de fibras multicapa adyacentes bobinadas en múltiples bobinas que están posicionadas en una o más filetas de tensión (no mostradas). Los dispositivos de extensión de fibras se localizan aguas abajo de la fileta de tensión y aguas arriba de un sistema de procesamiento de material compuesto, tal como una máquina de procesamiento de material preimpregnado que tiene un medio de impregnación.

### 55 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE CIERTAS REALIZACIONES DE LA INVENCIÓN

La presente invención proporciona un aparato como se describe en las reivindicaciones para producir un haz de fibras extendido por el uso estratégico de control de tensión mediante el dispositivo de extensión y uso de velocidades diferenciales mayores que entre los rodillos accionados y la velocidad de la línea del haz de fibras, junto con procedimientos para producir fibras extendidas y materiales preimpregnados y artículos de fabricación a partir de los mismos. Como se ha resumido anteriormente, se ha descubierto que la mecánica de extensión de fibras conocida en la técnica puede mejorarse enormemente por el uso estratégico de control de tensión mediante el aparato de extensión y el uso de mayores velocidades diferenciales entre la superficie de la barra de rodillos y la velocidad de la línea de la fibra. La tensión es el factor principal en la extensión de haces de fibras de múltiples filamentos, pero también es el factor principal (por ejemplo, una tensión demasiado alta) en ataduras, reducción de la permeabilidad a la impregnación de resina y defectos tales como pelusa (también llamadas pelotillas de pelusa),

llenado de huecos, desorden de fibras, etc. El aumento, mantenimiento y luego reducción de la tensión mediante el ciclo de extensión proporciona los medios necesarios para combatir ataduras y otras propiedades de las fibras no deseables, pero también para maximizar la extensión, abriendo así el haz de fibras y controlando (es decir, aumentando o disminuyendo) la permeabilidad a la impregnación de resina. A medida que la relación de la velocidad superficial de la barra de rodillos con respecto a la velocidad lineal/velocidad de funcionamiento del haz de fibras aumenta más de 2 veces, se observan aumentos significativos en la extensión. Sin embargo, los aumentos disminuyen con un comportamiento logarítmico. Mejoras a la mecánica de la extensión de fibras conducen por último lugar a mejoras en los productos de material preimpregnado y artículos fabricados a partir de la misma, como la uniformidad de espesor y la aparición de huecos, junto con la distribución de fibra-resina, son críticos para la calidad del producto global.

#### Aparato

Por consiguiente, en un aspecto la invención proporciona un aparato como se describe en las reivindicaciones para producir un haz de fibras extendido que tiene un módulo de control de tensión que incluye una unidad de formación de tensión configurada como una serie de barras estáticas y una unidad de reducción de tensión configurada como una serie de rodillos accionados, en el que las barras estáticas y los rodillos accionados están configurados perpendiculares a la dirección de un haz de fibras móvil que hace contacto envolvente directo con la superficie de la serie de barras estáticas y rodillos accionados, y en el que los rodillos accionados de la unidad de formación de tensión operan de forma que su velocidad de la superficie periférica sea al menos tres veces la velocidad de la línea del haz de fibras móvil.

Los haces de fibras usados en el aparato según la presente invención son aquellos compuestos por un gran número de filamentos individuales (por ejemplo, 6K/haz, 12K/haz, o más) y preferentemente son hilos o estopas compuestos de haces de filamentos largos continuos. Por ejemplo, los haces de fibras pueden incluir, pero no se limitan a, fibras orgánicas tales como fibras de poliamida, poliéster, poliacrilonitrilo, poli(alcohol vinílico), etc.; fibras orgánicas resistentes al calor tales como fibras de poliamida aromática (por ejemplo, Kevlar® (Dupont, EE.UU.), polifluorocarburo, resina fenólica (Kynol®; Carbonrandam, EE.UU.), poliamida-imida, poliimida, etc.; rayón y fibras naturales; fibras inorgánicas tales como fibras de vidrio, nitruro de boro, carbono (incluyendo fibras carbonáceas, grafitizadas y resistentes a la llama), nitruro de silicio, carburo de silicio, alúmina, circonia, asbestos, etc.; fibras metálicas tales como fibras de cobre, aleación de tungsteno, hierro, aluminio, acero inoxidable, etc., fibras de materiales compuestos tales como fibras de boro con un núcleo de tungsteno, carburo de boro con un núcleo de tungsteno, carburo de silicio con un núcleo de tungsteno, boro, etc., y todas las otras que tienen una forma de fibra. También es posible usar haces de fibras compuestas de una combinación de dos o más de las fibras anteriormente mencionadas. Los haces de fibras pueden tener un agente de encolado o aceite depositado sobre ellos para facilitar la manipulación y para prevenir el daño a las fibras. Agentes de encolado típicos y apropiados son conocidos para aquellos expertos habituales en la materia y pueden incluir, por ejemplo, aquellos descritos en la patente de EE.UU. nº 4.495.017. En una realización, el haz de fibras móvil se elige de carbono, vidrio, poliamida, poliamida-imida, poliimida, aramida y combinaciones de los mismos.

El haz de fibras incluye una pluralidad de filamentos que están dispuestos como una fibra de refuerzo en paralelo que puede bobinarse en una bobina. Las bobinas de fibra puede colocarse sobre una fileta de tensión de forma que la pluralidad de haces de fibras de refuerzo pueda organizarse por una peine o rastrillo a intervalos regularmente separados a medida que se presenta al aparato. Como se usa en el presente documento, el término "haz de fibras móvil" tiene su significado habitual conocido para aquellos expertos habituales en la materia y se refiere a fibras que están siendo sacadas de una bobina sobre una fileta de tensión, por ejemplo, por un tambor de tracción o rodillo de recogida, mediante el aparato. En ciertas realizaciones, el haz de fibras móvil puede incluir múltiples haces adyacentes. En otras realizaciones, dos o más conjuntos de múltiples haces de fibras adyacentes pueden proporcionarse en trayectorias separadas para extenderse por un número correspondiente de dispositivos extensores de fibra según la invención.

El aumentar la tensión del haz de fibras antes de los rodillos de accionamiento maximiza la extensión de la fibra sin requerir un aumento excesivo en la tensión. En la presente invención, la tensión se aumenta inicialmente mediante el uso de la unidad formadora de tensión. En ciertas realizaciones, el formador de tensión incluye un miembro elegido de una fileta de tensión; uno o más rodillos accionados que operan a velocidad más lenta que la velocidad lineal del haz de fibras móvil (es decir, un rodillo de velocidad lenta); una o más barras estáticas (es decir, una barra tipo fija que no gira); y combinaciones de los mismos. En algunas realizaciones, la unidad formadora de tensión puede proporcionarse por una serie de rodillos accionados de velocidad lenta y barras estáticas. En otras realizaciones, la unidad formadora de tensión puede proporcionarse por una o más barras estáticas.

En ciertas realizaciones, el aparato puede incluir una sección que media en la tensión localizada aguas abajo de la sección de formación de tensión y que tiene una serie de barras estáticas y uno o más rodillos accionados que operan a una velocidad más rápida que la velocidad lineal del haz de fibras móvil (es decir, un rodillo de velocidad rápida o alta). Esta sección puede servir para ajustar la tensión del haz de fibras a la baja en los rodillos accionados mientras que la formación de tensión del haz de fibras retrocede a medida que la fibra se pone en contacto envolvente directo con la superficie de las barras estáticas, abriendo/extendiendo así adicionalmente el haz de fibras

con cada ciclo repetido. En algunas realizaciones, la sección que media en la tensión puede tener rodillos accionados de alta velocidad y barras estáticas en posiciones alternantes. En otras realizaciones, los rodillos accionados de alta velocidad pueden intercalarse en una o más de las barras estáticas. Las barras estáticas y los rodillos accionados del aparato de extensión de fibra pueden estar dispuestos en tanto un alineamiento horizontal como vertical mientras que el haz de fibras móvil está en contacto envolvente directo con la superficie de rodillos accionados y las barras estáticas.

El aparato según la invención también incluye una sección reductora de la tensión/unidad que tiene una serie de rodillos accionados de alta velocidad que ayudan a reducir la tensión en el haz de fibras móvil. Como se usa en el presente documento, el término "serie" tiene su significado habitual conocido para aquellos expertos en la materia y se refiere a dos o más de los objetos que modifica.

La velocidad de funcionamiento del haz de fibras (es decir, velocidad de transferencia) puede oscilar de 2 m/min a 20 m/min, con una preferencia de 2 a 10 m/min. En algunas realizaciones, la velocidad de la superficie periférica de los rodillos accionados de alta velocidad oscila de 3 a 100 veces la velocidad del haz de fibras móvil. Por ejemplo, en ciertas realizaciones la velocidad de la superficie periférica de los rodillos de alta velocidad puede oscilar de 3 a 50 veces la velocidad del haz de fibras móvil; 3 a 25 veces la velocidad del haz de fibras móvil; o 3 a 10 veces la velocidad del haz de fibras móvil.

Las barras estáticas y rodillos accionados (o cuerpos extensores como se llaman algunas veces), que tienen al menos una parte de la superficie curvada de una columna o cilindro, son columnas o cilindros macizos o huecos y también puede usarse una parte de un corte de superficie curvada de una columna o cilindro de un gran diámetro. El material no está particularmente especificado, pero es preferible seleccionar uno que tenga un pequeño coeficiente de fricción, no sea extremadamente deformado o erosionado por la fricción con los haces de fibras y no se oxide con estructuras cristalinas afiladas. Normalmente se usa acero inoxidable, pero puede usarse una barra estática o rodillo accionado hecho de un metal cubierto con una resina sintética tal como teflón, etc., hierro, cobre, etc., y sustancias inorgánicas tales como vidrio, alúmina, etc. El diámetro, número, tipo de combinación y disposición espacial se seleccionan considerando el equilibrio entre la anchura extendida y el daño de los haces de fibras, y por tanto, no pueden determinarse definitivamente, pero para haces de fibras que tienen un alto módulo de elasticidad se usan cuerpos extensores con un gran diámetro, y se desea que el número, tipo de combinación y disposición espacial de los cuerpos extensores deba seleccionarse teniendo en cuenta la longitud de contacto entre los haces de fibras y las superficies curvadas, y la fuerza de compresión contra los cuerpos extensores producidos por la tensión. El tipo de cuerpos extensores (si son o no de tipo fijo (es decir, estático), o si son o no de tipo accionado, que da una velocidad periférica diferencial en la dirección de desplazamiento de los haces de fibras, ejerce una gran influencia sobre los efectos de extensión (la anchura de extensión y daño de los haces de fibras). Por tanto, en llevar a cabo el procedimiento de la presente invención es deseable tener en cuenta los efectos anteriormente mencionados para usar los diversos tipos de rodillos individualmente o en combinación de dos o más tipos. Además, la tensión y velocidad de los haces de fibras debe ser, por supuesto, uniforme con el fin de que no se produzca ningún desorden de los haces de fibras, y se seleccionan en relación con los efectos de extensión.

El uso de un acabado superficial sobre tanto las barras estáticas como los rodillos accionados también puede incluirse en el aparato según la presente invención, reduciendo así adicionalmente la tensión requerida para abrir el haz de fibras y conseguir una anchura de fibra particular. Las barras estáticas y los rodillos accionados pueden estar hechos de acero inoxidable, por ejemplo, y lijados en la dirección axial con papel de lija de diverso grano. Por ejemplo, en algunas realizaciones las barras estáticas y las barras de rodillos accionados pueden tener un acabado superficial conferido lijando con papel de lija de 180 de grano a 400 de grano, y preferentemente con 180 de grano a 220 de grano. En otras realizaciones más, algunos cuerpos extensores pueden estar acabados superficialmente con un tamaño de grano mientras que otros cuerpos extensores están acabados superficialmente con un tamaño de grano diferente. Similarmente, los cuerpos extensores también pueden tener diferentes acabados superficiales. En algunas realizaciones, por ejemplo, los cuerpos extensores pueden estar tanto corrugados como lijados, o algunos corrugados y algunos lijados. En otras realizaciones, los cuerpos extensores pueden acabarse superficialmente por cualquier medio conocido para aquellos expertos habituales en la materia que reduzca el coeficiente de fricción de la fibra sobre los cuerpos extensores y simultáneamente extienda el haz de fibras a menores tensiones.

Adicionalmente, puede desearse disponer la posición de los haces de fibras unidireccionales, que están en paralelo y adyacentes entre sí, haciendo que los haces de fibras pasen mediante un estructura similar a peine llamada un rastrillo. En algunas realizaciones, un rastrillo tal puede estar posicionado aguas debajo de la fileta y aguas arriba de la unidad de formación de tensión de forma que los haces de fibras estén posicionados dentro de una anchura correspondiente a la anchura final de la hoja de material preimpregnado. En otras realizaciones, otro rastrillo puede posicionarse entre la unidad de formación de tensión y la unidad de reducción de tensión. Si hay más de un conjunto de múltiples haces de fibras adyacentes en trayectorias separadas, puede ser un rastrillo en cada trayectoria para que cada conjunto de múltiples haces de fibras adyacentes pase a su través. En tal caso, los rastrillos para cada conjunto de múltiples haces de fibras adyacentes pueden estar ligeramente desplazados de manera que los haces extendidos de cada conjunto estén dispuestos de tal forma que se reduzca la incidencia de huecos y se promueva la distribución de fibra-resina uniforme.

Un aparato como se describe en las reivindicaciones según la presente invención también puede incluir una fuente de calentamiento posicionada para calentar el haz de fibras de refuerzo. La fuente de calentamiento puede proporcionarse mediante cualquier medio que incluye, pero no se limita a, medios de conducción, convección o radiación. El calentamiento del haz de fibras de refuerzo puede ser ventajoso con el fin de ablandar el agente de encolado o aceite que puede depositarse sobre el mismo, y generalmente para potenciar la eficiencia de la acción de extensión que reduce el coeficiente de fricción entre la fibra y los cuerpos extensores (es decir, barras estáticas y rodillos accionados). En algunas realizaciones, la fuente de calentamiento puede proporcionarse como una fuente de calentamiento indirecta tal como por gas insuflado o por calor radiante. En otras realizaciones, las propias barras estáticas y/o rodillos accionados pueden calentarse de forma que la superficie de contacto de la barra de rodillos se caliente. Es preferible que el haz de fibras móvil se exponga a un intervalo de temperaturas de calentamiento de 50 ° a 250 °C (dependiendo de la cola de fibra usada), siendo más común 70 ° a 180 °C.

En algunas realizaciones, el aparato de extensión de fibra de la presente invención puede ser un componente singular. En ciertas realizaciones, el aparato puede ser un componente de una máquina de procesamiento de material compuesto tal como, por ejemplo, un máquina de procesamiento de material preimpregnado. En un ensamblaje tal, el aparato según la invención puede localizarse aguas debajo de una fileta de tensión que contiene bobinas de haces de fibras y aguas arriba de un sistema de impregnación. En ciertas realizaciones, dos o más dispositivos de extensión de fibras pueden estar integrados en una máquina de procesamiento de material preimpregnado, tal como si hubiera dos o más conjuntos de múltiples haces de fibras adyacentes moviéndose en trayectorias separadas. En otras realizaciones, el aparato de extensión de fibra según la invención puede ser un componente de un telar de tejedor y puede localizarse aguas abajo de una fileta de tensión y aguas arriba de una máquina de procesamiento de material compuesto.

Ciertas realizaciones de la invención se describirán ahora con referencia a los dibujos.

La FIG. 1 muestra una vista en perspectiva de un aparato según la invención como se ha descrito anteriormente. En la FIG. 1 se representa un dispositivo de extensión de fibra **10** e incluye una sección de formación de tensión **2** y una sección de reducción de tensión **3**, en el que un único haz de fibras móvil **1** suministrado por una bobina de fibra como sobre una fileta de tensión (no mostrada) se desplaza en la dirección de la flecha y entra en la sección de formación de tensión **2** en contacto envolvente directo con la superficie de una serie de barras estáticas **2a** de camino a la sección reductora de la tensión **3**, que contiene una serie de rodillos accionados de alta velocidad **3a** con los que el haz de fibras mantiene su contacto envolvente directo. Los rodillos accionados de alta velocidad son girados independientemente por un motor de accionamiento **3b** u otro medio conocido para aquellos expertos en la materia. Como se representa, el dispositivo de extensión de fibra **10** lleva muy alta la tensión del haz de fibras móvil **1** mediante una serie de barras estáticas **2a** en la unidad de formación de tensión **2** y luego deja caer la tensión del haz de fibras mediante una serie de rodillos accionados de alta velocidad **3a** en la unidad de reducción de tensión **3**, extendiendo/abriendo así el haz de fibras más con cada alternancia de un rodillo accionado de alta velocidad y sin el uso de tensiones extremadamente altas. Inmediatamente aguas abajo del dispositivo de extensión de fibra **10** y listo para recibir el haz de fibras ahora abierto está una máquina de procesamiento de material compuesto o sistema de impregnación (no mostrado) conocido para aquellos expertos habituales en la materia. Aunque el dispositivo de extensión de fibra **10** solo se representa con un único haz de fibras móvil **1**, aquellos expertos habituales en la materia entenderán inmediatamente y apreciarán que puede haber múltiples haces de fibras unidireccionalmente dispuesto (es decir, en paralelo entre sí), y que puede haber dispositivos de extensión de fibras adicionales para realizaciones en las que hay un número correspondiente de conjuntos de múltiples haces de fibras adyacentes en trayectorias separadas.

La FIG. 2 muestra una vista en perfil de un aparato según otra realización de la invención como se ha descrito anteriormente. En la FIG. 2 se representa un dispositivo de extensión de fibra **20** e incluye una sección de formación de tensión **22**, una sección de moderación de tensión **23** y una sección de reducción de tensión **3**, en el que un único haz de fibras móvil **21** suministrado por una bobina/carrete de fibra como sobre una fileta de tensión (no mostrada) se desplaza en la dirección de la flecha y entra en la sección de formación de tensión **22** en contacto envolvente directo con la superficie de una serie de barras estáticas **S** de camino a la sección de moderación de la tensión **23**, en la que el haz de fibras móvil se coloca en contacto envolvente directo con la superficie de una serie alternante de rodillos accionados de baja y/o alta velocidad **D** y barras estáticas **S**, y luego continúa moviéndose mediante la unidad de reducción de tensión **24**, en la que el haz de fibras móvil se coloca en contacto envolvente directo con la superficie de una serie de rodillos accionados **D** de alta velocidad. Como se representa, el dispositivo de extensión de fibra **20** lleva muy alta la tensión del haz de fibras móvil **21** poniéndolo en contacto envolvente directo con una serie de barras estáticas **S** en la unidad de formación de tensión **22** y luego alterna la tensión baja y alta poniendo el haz de fibras móvil en contacto envolvente directo con una serie de rodillos de baja y/o alta velocidad **D** y barras estáticas **S** en la unidad de moderación de tensión **23**, y finalmente cae la tensión de la fibra poniendo el haz de fibras en contacto envolvente directo con una serie de rodillos de alta velocidad en la unidad de reducción de tensión **24**, extendiéndose/abriéndose así el haz de fibras más con cada contacto envolvente con una barra de accionamiento y sin el uso de tensiones extremadamente altas. Como en la FIG. 1, inmediatamente aguas abajo del dispositivo de extensión de fibra **20** puede colocarse una máquina de procesamiento de material compuesto o sistema de impregnación (no mostrado) conocido para aquellos expertos habituales en la materia lista para recibir el haz de fibras ahora abierto. Alternativamente, la fibra puede ser recibida en un tambor/rodillo de tracción.

Procedimientos

En otro aspecto se describen procedimientos para producir un haz de fibras extendido moviendo un haz de fibras mediante un aparato como se describe en detalle en el presente documento, y operando los rodillos accionados del aparato a una velocidad diferencial en relación con la velocidad del haz de fibras móvil, controlando así la tensión de la fibra mediante el aparato y extendiendo/abriendo el haz de fibras.

En un procedimiento de producción del haz de fibras extendido puede usarse diversas fibras en la producción de un haz de fibras extendido como se ha descrito anteriormente. Estas fibras también pueden tener diversas resistencias a la tracción y elasticidades que dependen de la fibra usada. La anchura extendida final de la fibra puede ser hasta 4 veces la anchura del haz de fibras original y más normalmente será hasta 3,5 veces la anchura original. Normalmente, carretes o bobinas que tienen haz de fibras bobinado alrededor de ellos e instalado sobre una fileta de tensión servirán de suministro de la fibra móvil. La tensión puede cambiarse sobre la fileta según se desee para estabilizar el estado de extensión del haz de fibras. En una realización, al menos una barra estática y/o rodillo accionado se calentará. En otra realización, el haz de fibras móvil se calentará por sí mismo, tal como por un calentador radiante. En ciertas realizaciones para los procedimientos de producción de un haz de fibras extendido, un rastrillo puede posicionarse entre la fileta de tensión y el aparato de extensión de fibra de manera que todas las múltiples fibras adyacentes se separen uniformemente.

En otro aspecto se describen procedimientos para la producción continua de material preimpregnado enrollado unidireccionalmente dispuesto y que tiene distribución uniforme entre fibras. En ciertas realizaciones, el procedimiento puede lograrse integrando un aparato de extensión de fibra como se describe en el presente documento en detalle como parte de una máquina de procesamiento de material compuesto muy conocida para aquellos expertos en la materia, moviendo un conjunto de una pluralidad de haces de fibras adyacentes de manera que hagan contacto envolvente directo con una serie de barras estáticas y/o rodillos accionados, extendiéndose así los haces de fibras, e impregnando los haces de fibras extendidos con una cantidad predeterminada de resina para formar una hoja de material preimpregnado. Por ejemplo, un conjunto de una pluralidad de haces de fibras adyacentes puede incluir 2 o más haces de fibras, y normalmente entre 5 y 20 haces de fibras. Un segundo conjunto puede incluir un número igual de haces de fibras al primer conjunto.

En ciertas realizaciones, el material preimpregnado puede producirse a partir de dos o más conjuntos de una pluralidad de haces de fibras adyacentes que se mueven en trayectorias separadas (es decir, una extensión de 2 patrones o 2 trayectorias). En tales realizaciones, un número correspondiente de dispositivos de extensión de fibras según la invención puede integrarse en un sistema de procesamiento de material compuesto. La Figura 3 y el Ejemplo 1 describen y ejemplifican una realización tal, pero también se contemplan otras realizaciones de múltiples trayectorias por la invención.

En un procedimiento para producir el material preimpregnado enrollado, la resina usada y el procedimiento de impregnación de resina no se limitan especialmente ya que numerosas resinas y procedimientos/aparatos para impregnación son conocidos para aquellos expertos en la materia. Ejemplos de las resinas que pueden usarse incluyen, pero no se limitan a, resinas termoendurecibles tales como resinas epoxi (por ejemplo, resina epoxi de bisfenol A, resina epoxi de novolaca de fenol, resina epoxi de novolaca de cresol, resina epoxi de glicidilamina, resina epoxi alicíclica, resina epoxi modificada con uretano y resina epoxi de bisfenol A bromada), resinas de éster vinílico, resinas de poliéster insaturadas y resinas fenólicas, resinas termoplásticas tales como resinas de poliéster, resinas de polietileno, resinas de policarbonato, resinas de poliéter y resinas de poliamida, etc.

Aunque puede usarse una resina, dos o más resinas pueden usarse juntas. Adicionalmente puede usarse una resina líquida o una resina sólida y depositarse sobre las fibras, por ejemplo, sumergiendo en disolución o por tanque de suspensión. Puede añadirse un agente de curado al sistema de resina que se usa. Para la impregnación, una resina de baja viscosidad que se calienta o que se disuelve en un disolvente puede impregnarse en los haces de fibras. En otra realización, los haces de fibras pueden mantenerse entre dos hojas de resina respectivamente obtenidas aplicando de forma delgada y uniformemente una resina a una hoja tal como papel o película de resina tratada para ser desprendible, y el laminado se presuriza usando líneas de contacto entre rodillos calientes, etc. Otras líneas de contacto entre rodillos calientes, líneas de contacto entre rodillos, placas de calentamiento/enfriamiento, rastrillos, rodillos, etc., pueden estar presentes mediante la máquina de procesamiento de material compuesto.

En ciertas realizaciones del procedimiento para producir un material preimpregnado enrollado continuo, un medio de separación de haces de fibras tal como un rastrillo o peine se posicionará entre la fileta de tensión y el aparato de extensión de fibra y entre el aparato de extensión de fibra y la máquina de procesamiento de material compuesto con el fin de mantener uniformidad entre los haces de fibras. En ciertas realizaciones, el procedimiento incluirá múltiples medios de separación tales como cuando hay múltiples conjuntos de una pluralidad de haces de fibras adyacentes. En estos casos, los medios de separación próximos al sistema de procesamiento de materiales compuestos pueden estar ligeramente desplazados entre sí con el fin de garantizar que a medida que los haces de fibras salen del dispositivo de extensión y entran en el sistema de procesamiento de materiales compuestos los haces de fibras se solapan ligeramente entre sí antes de compactarse por los rodillos con líneas de contacto entre rodillos con el fin de reducir adicionalmente los huecos entre fibras y promover la distribución de fibra-resina. Los medios de separación

pueden ser sustancialmente la anchura correspondiente a la de la hoja de material preimpregnado.

En otro aspecto, los artículos de fabricación compuestos de un material preimpregnado se describen en el presente documento en detalle. Los artículos pueden incluir cualquier artículo de material compuesto hecho de fibras preimpregnadas u hojas de fibra tales como materiales industriales aeroespaciales o de alto rendimiento, automotores o de ocio.

En un aspecto final se describe el sistema de procesamiento de materiales compuestos que tiene dos o más dispositivos de extensión de fibras según la invención descrito en el presente documento, en el que cada dispositivo está situado en una trayectoria diferente y puede recibir un conjunto de una pluralidad de haces de fibras adyacentes.

### Ejemplos

Los siguientes ejemplos se proporcionan para ayudar a un experto en la materia a entender adicionalmente ciertas realizaciones de la presente invención. Estos ejemplos están previstos para fines de ilustración y no deben interpretarse como limitantes del alcance de las diversas realizaciones de la presente invención.

Ejemplo 1: Producción de una hoja de material preimpregnado que tiene bajo peso por área de fibra (FAW) de 70 gramos por metro cuadrado (gmc).

Con referencia a la FIG. 3, en la que a elementos correspondientes se asignan identificadores comunes, y que representan dos dispositivos de extensión de fibras según la invención como componentes integrados en un sistema de procesamiento de materiales compuestos para llevar a cabo el procedimiento de producción de material preimpregnado continuo según la invención, se muestra que dos conjuntos de una pluralidad de haces de fibras adyacentes **31** (tales como T650-35, una fibra de 12K filamentos/haz suministrada por Cytec Carbon Fibers (Carolina del Sur) y que tiene un módulo de extensión estándar de 145 gmc) se mueven en una extensión de 2 patrones a una velocidad de la línea de aproximadamente 2-5 m/min (es decir, 2 m/min, 3 m/min, 4 m/min o 5 m/min como se ha determinado por la velocidad de un rodillo de tracción (no mostrado) del sistema de procesamiento de material compuesto) a medida que se desbobinan de los carretes fijos sobre una fileta de tensión (no mostrada), fijada uniformemente por una barra estática de bajo ángulo de envuelta **32**, y se dosifican con un peine **33**. La tensión de la estopa de los haces de fibras **31** aumenta a medida que la pluralidad de haces de fibras adyacentes hacen contacto envolvente directo con una serie de barras estáticas proporcionadas por la unidad de formación de tensión **34a** del aparato de extensión de fibra según la invención **34**, y que contiene una morfología superficial aplicada por el papel de lija de 180 de grano en la dirección axial. La cola sobre los haces de fibras se precalienta con un calentador radiante **35a** posicionado próximo a la unidad de formación de tensión **34a**. La tensión de la estopa de los haces de fibras móviles se gestiona a medida que hace contacto envolvente directo con una serie de rodillos accionados proporcionados por una unidad de mediación de tensión **34b** del aparato de extensión de fibra según la invención **34**, y que contienen una morfología superficial aplicada por el papel de lija de 180 de grano en la dirección axial. Los rodillos accionados giran en la dirección del haz de fibras móvil a diversas velocidades que oscilan de 0,5 a 11 veces la velocidad de la línea (es decir, la velocidad de los haces de fibras móviles) para aumentar y luego reducir los niveles de tensión justo por debajo de las limitaciones de la fibra. La banda de estopas se calienta entonces de nuevo con un radiador radiante **35b** antes de reducir finalmente la tensión de los haces de fibras colocándolos en contacto envolvente directo con una serie de rodillos accionados de alta velocidad proporcionados por una unidad de reducción de tensión **34c** del aparato de extensión de fibra según la invención **34**, y que contienen una morfología superficial aplicada por el papel de lija de 180 de grano en la dirección axial. La unidad de reducción de tensión **34c** se localiza dentro de la estrecha proximidad a un rodillo con línea de contacto entre rodillos **38** que lleva una película de resina **39**, película que se coloca sobre la fibra extendida, que luego (película de resina sobre fibra extendida juntas) se arrastra entre los rodillos con línea de contacto entre rodillos **38** y se compacta a 35 gramos por metro cuadrado por conjunto de haces de fibras.

Así, este procedimiento se realiza simultáneamente con el conjunto superior e inferior de la pluralidad de haces de fibras adyacentes (de tanto de la misma fileta como separada), siendo cada uno compactado a 35 gmc. Los resultados dan una cinta de 70 gmc uniformemente extendida altamente impregnada sin huecos o pelusa de una fibra que generalmente solo puede conseguir un FAW de 145 gmc (es decir, 72,5 gmc por conjunto de haces adyacentes multicapa). La temperatura y tensiones de la fibra son importantes ya que tanto una temperatura demasiado alta (por ejemplo, superior a 130 °F) como tensión (por ejemplo, superior a 4000 gramos-fuerza por estopa) hará que las estopas de este producto empiecen a deshilacharse y empiecen a envolverse sobre los rodillos accionados a alta velocidad. Por consiguiente, menores tensiones y menores temperaturas del calentador deben garantizarse para este tipo de fibra.

Ejemplo 2: Producción de una hoja de material preimpregnado que tiene bajo peso por área de fibra (FAW) de 145 gramos por metro cuadrado (gmc).

Una hoja de material preimpregnado con un peso por área de fibra estándar (FAW) de 145 gramos por metro cuadrado (gmc) usando una fibra de módulo intermedio (tal como IM-7G<sup>1</sup>, una fibra de 12K filamentos/haz

- 5 suministrada por Hexcel Corp. (Stamford, CT)) se prepara como en el Ejemplo 1. Sin embargo, solo dos barras estáticas se usan en la sección de formación de tensión **34a** y solo dos rodillos accionados se usan en cada una de la sección de gestión de tensión **34b** (rodillos accionados de baja velocidad y/o rodillos accionados de alta velocidad) y la sección de reducción de tensión **34c** (rodillos accionados de alta velocidad) del dispositivo de extensión de fibra según la invención **34**. No se usan los calentadores **35a** y **35b**. La banda de estopas (o haces de fibras) se extiende a una FAW de 72,5 gmc para cada uno de los conjuntos superior e inferior de haces de fibras multicapa y luego se combinan en la línea de contacto entre rodillos **38** para preparar una hoja de material preimpregnado uniformemente extendido altamente impregnado que tiene un FAW de 145 gmc sin huecos o pelusa.
- 10 Se han citado diversas referencias a patentes y/o bibliografía científica mediante la presente solicitud. En vista de la descripción anterior y los ejemplos, un experto habitual en la materia podrá poner en práctica la divulgación como se reivindica sin excesiva experimentación.
- 15 Aunque la anterior descripción ha mostrado, descrito y señalado las características novedosas fundamentales de las presentes enseñanzas, se entenderá que diversas omisiones, sustituciones y cambios en la forma del detalle del aparato como se ilustra, además de los usos del mismo, pueden hacerse por aquellos expertos en la materia, sin apartarse del alcance de las presentes enseñanzas. Por consiguiente, el alcance de las presentes enseñanzas no debe limitarse a la anterior discusión, sino que debe definirse por las reivindicaciones adjuntas.
- 20

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato para producir un haz de fibras extendido que comprende:

5 un módulo de control de tensión que comprende:

- i) una unidad de formación de tensión que comprende una serie de barras estáticas configuradas para aumentar la tensión en un haz de fibras móvil que se mueve en una dirección de desplazamiento; y
- 10 ii) una unidad de reducción de tensión que comprende una serie de rodillos accionados configurados para reducir la tensión en el haz de fibras móvil, siendo cada rodillo accionado independientemente giratorio,

15 en el que la unidad de reducción de tensión está posicionada aguas abajo de la unidad de formación de tensión a lo largo de la dirección de desplazamiento del haz de fibras móvil de forma que, durante la operación, el haz de fibras móvil hace contacto envolvente directo con la superficie de dichas barras estáticas antes de hacer contacto envolvente directo con dichos rodillos accionados, y en el que la velocidad de la superficie periférica de los rodillos accionados es al menos tres veces la velocidad del haz de fibras móvil.

2. Un aparato según la reivindicación 1, que comprende además una bobina de fibra para suministrar el haz de fibras móvil, en el que la bobina de fibra está posicionada aguas arriba de la unidad de formación de tensión a lo largo de la dirección de desplazamiento del haz de fibras móvil.

3. Un aparato según las reivindicaciones 1 ó 2, en el que el haz de fibras móvil comprende múltiples haces adyacentes.

25 4. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes que comprende además un segundo módulo de control de tensión en una trayectoria diferente de la de dicho módulo de control de tensión, comprendiendo dicho segundo módulo de control de tensión una segunda unidad de formación de tensión que comprende una serie de barras estáticas y una segunda unidad de reducción de tensión que comprende una serie de rodillos accionados, siendo cada rodillo accionado de la segunda unidad de reducción de tensión independientemente giratorio,

30 en el que la segunda unidad de reducción de tensión está posicionada aguas debajo de la segunda unidad de formación de tensión a lo largo de una dirección de desplazamiento de un segundo haz de fibras móvil de forma que durante la operación, el segundo haz de fibras móvil hace contacto envolvente directo con la superficie de las barras estáticas de dicha segunda unidad de formación de tensión antes de hacer contacto envolvente con la superficie de los rodillos accionados de dicha segunda unidad de reducción de tensión.

35 5. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la anchura de extensión final del haz de fibras móvil que sale de la unidad de reducción de tensión es hasta 3,5 veces la anchura original del haz de fibras.

40 6. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la unidad de formación de tensión comprende además uno o más rodillos accionados de baja velocidad que operan a una velocidad más lenta que la velocidad del haz de fibras móvil.

45 7. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes que comprende además una unidad de mediación de tensión que comprende una serie de rodillos accionados y barras estáticas alternantes posicionados entre la unidad de formación de tensión y la unidad de reducción de tensión a lo largo de la dirección de desplazamiento del haz de fibras móvil.

50 8. Un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes que comprende además un motor de accionamiento separado para girar independientemente cada uno de los rodillos accionados de forma que la velocidad de la superficie periférica de los rodillos accionados oscile de 3 a 100 veces la velocidad del haz de fibras móvil.

55 9. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que las barras estáticas y/o rodillos accionados contienen un acabado superficial lijado.

60 10. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes que comprende además al menos un rastrillo situado aguas arriba de la unidad de formación de tensión o entre la unidad de formación de tensión y la unidad de reducción de tensión.

11. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes que comprende además al menos una fuente de calentamiento posicionada para calentar la fibra móvil.

65 12. Un procedimiento para producir un haz de fibras extendido usando un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 1-11 que comprende:

a) mover un haz de fibras mediante el aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 1-11 de forma que el haz de fibras haga contacto envolvente directo con la superficie de la serie de barras estáticas antes de hacer contacto envolvente directo con la serie de rodillos accionados; y

5 b) controlar la tensión del haz de fibras mediante el aparato operando los rodillos accionados a una velocidad de la superficie periférica que es al menos tres veces la velocidad del haz de fibras móvil, extendiéndose así el haz de fibras.

13. Un procedimiento para la producción continua de material preimpregnado enrollado unidireccionalmente dispuesto en paralelo y que tiene distribución uniforme entre fibras, comprendiendo el procedimiento:

10 a) integrar un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 1-11 como parte de una máquina de procesamiento de material compuesto;

15 b) mover un conjunto de una pluralidad de haces de fibras adyacentes mediante el aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 1-11 de forma que los haces de fibras hagan contacto envolvente directo con la superficie de la serie de barras estáticas antes de hacer contacto envolvente directo con la serie de rodillos accionados del aparato;

c) extender la pluralidad de haces de fibras adyacentes operando los rodillos accionados a una velocidad de la superficie periférica que es al menos tres veces la velocidad de los haces de fibras móviles; y

20 d) impregnar los haces de fibras extendidos con una cantidad predeterminada de resina.

14. Un procedimiento según la reivindicación 13, en el que la etapa (a) comprende además integrar un segundo aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 1-11 en la máquina de procesamiento de material compuesto en una trayectoria diferente del primer aparato, y en el que la etapa (b) comprende además mover un segundo conjunto de una pluralidad de haces de fibras adyacentes mediante el segundo aparato de forma que los haces de fibras hagan contacto envolvente directo con la superficie de la serie de barras estáticas antes de hacer contacto envolvente directo con la serie de rodillos accionados del segundo aparato.

25

15. Un procedimiento según la reivindicación 13 ó 14 que comprende además separar uniformemente la pluralidad de haces de fibras adyacentes antes de la etapa de impregnación con un medio de separación, y los medios de separación se desvían entre sí cuando hay múltiples conjuntos de haces de fibras.

30

16. Un sistema de procesamiento de materiales compuestos que comprende dos o más aparatos de extensión de fibra según una cualquiera de las reivindicaciones 1-11, en el que cada aparato está situado en una trayectoria diferente y puede recibir un conjunto de una pluralidad de haces de fibras adyacentes.

35

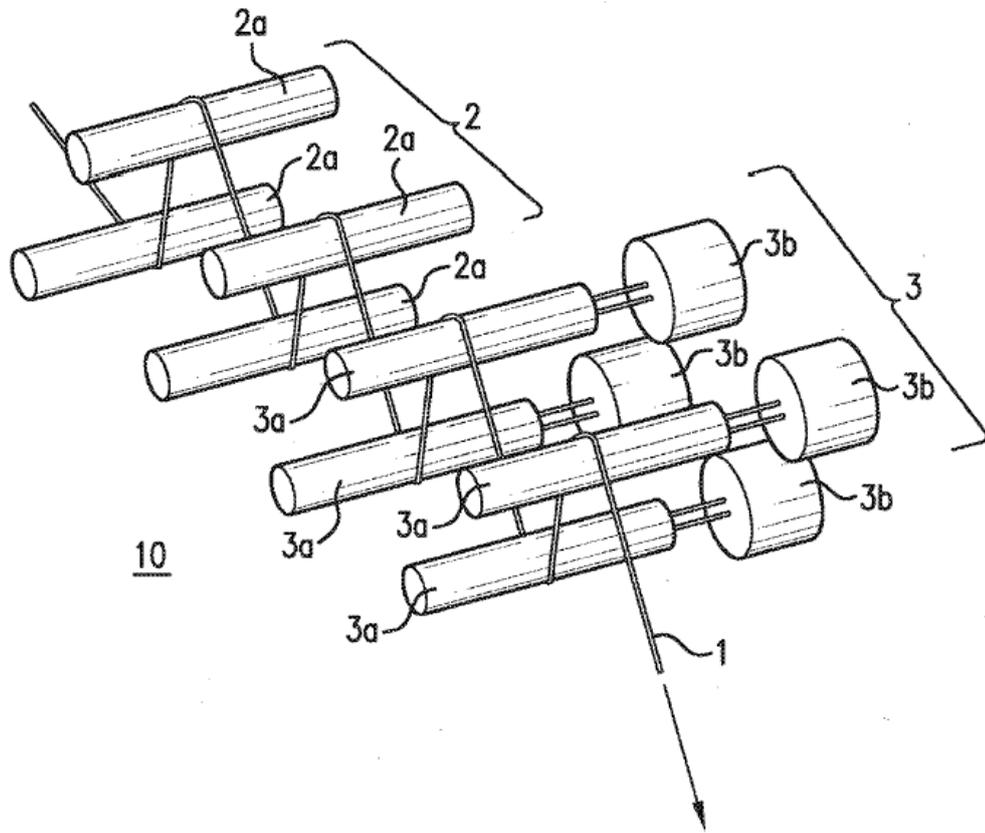


FIG. 1

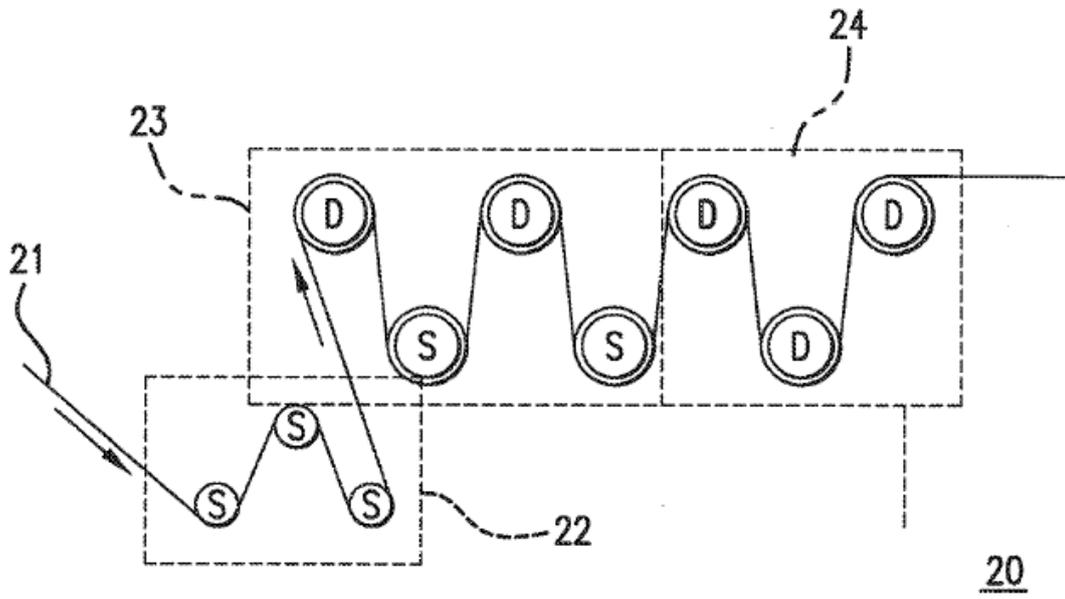


FIG.2

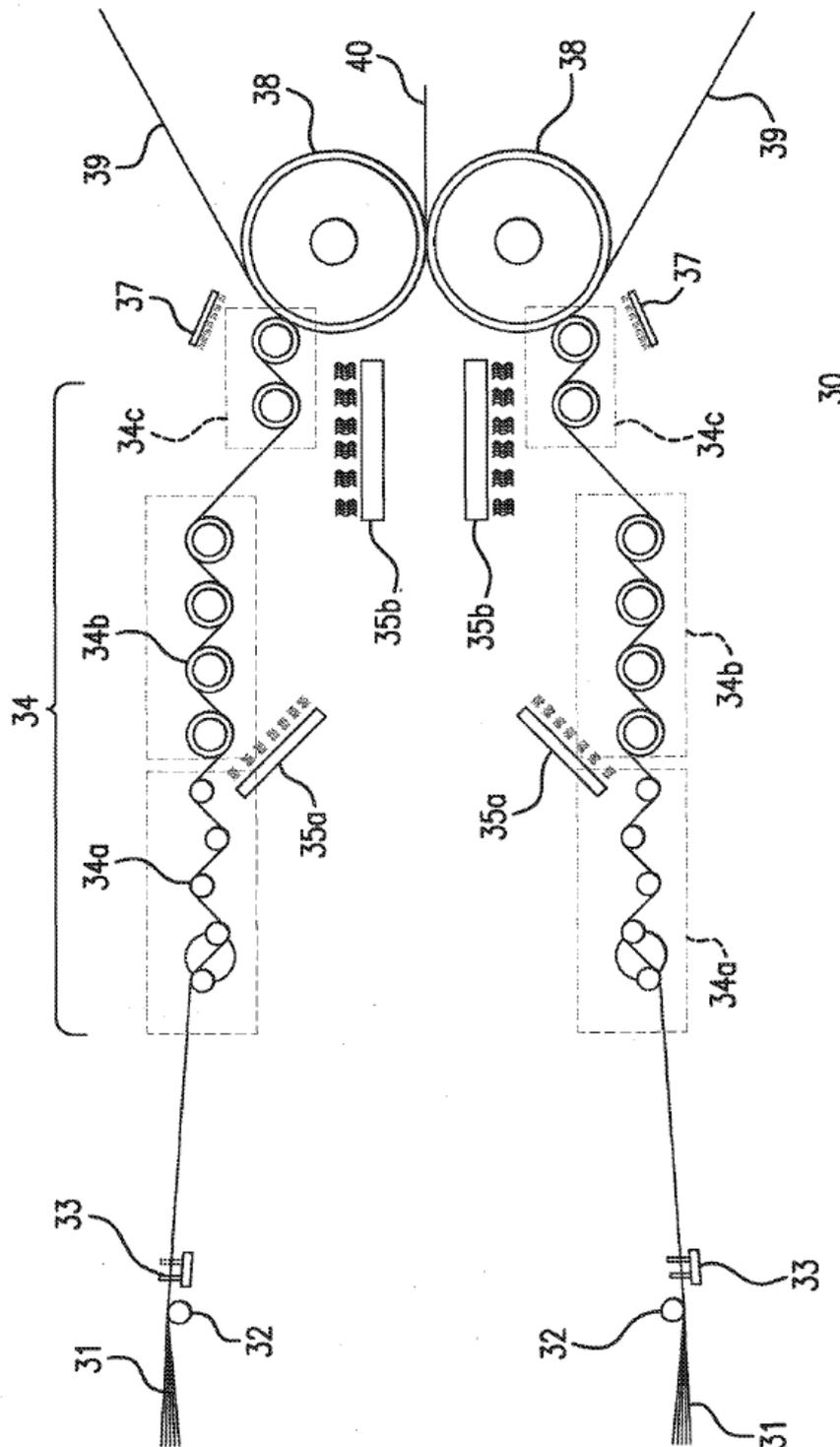


FIG.3

30